

10/500317

PCT/JP03/12821

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

30.10.03

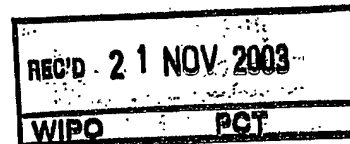
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2002年10月 7日

出 願 番 号
Application Number: 特願2002-294126
[ST. 10/C]: [JP2002-294126]

出 願 人
Applicant(s): 積水化学工業株式会社



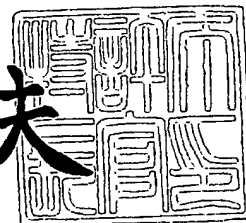
CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

PRIORITY
DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年10月24日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 02P01347

【提出日】 平成14年10月 7日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/31

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都八王子市北野町 5 9 3 - 8 積水化学工業株式会
社内

 【氏名】 北畠 裕也

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都八王子市北野町 5 9 3 - 8 積水化学工業株式会
社内

 【氏名】 中嶋 節男

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都八王子市北野町 5 9 3 - 8 積水化学工業株式会
社内

 【氏名】 江口 勇司

【特許出願人】

 【識別番号】 000002174

 【氏名又は名称】 積水化学工業株式会社

 【代表者】 大久保 尚武

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 005083

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プラズマ成膜装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 プラズマの作用で基材の表面に膜を形成するプラズマ成膜装置において、

(A) 電界印加手段に接続された電界印加電極と、

(B) 片側の面が上記電界印加電極と対向するとともにその逆側の面が基材と対向すべきようにして配置され、かつ接地され、電界印加電極と協働してプラズマ空間を形成する接地電極と、

(C) 上記膜の原料となる第 1 ガスを、上記電界印加電極と接地電極どうしの間を避けて上記基材へ向かうように流す第 1 流路形成手段と、

(D) プラズマにより上記原料を膜化可能な励起状態になる一方、それ自体は励起するだけでは膜化されない第 2 ガスを、上記プラズマ空間に通す第 2 流路形成手段とを備え、

上記第 1 流路形成手段と第 2 流路形成手段とが、互いに協働して、上記第 2 ガスの流れを、少なくとも上記プラズマ空間の通過後に上記第 1 ガス流と接地電極との間に介在させるように構成されていることを特徴とするプラズマ成膜装置。

【請求項 2】 上記第 1 流路形成手段として、上記電界印加電極には、上記接地電極との対向面へ至る第 1 ガス吹出し路が設けられ、上記接地電極には、上記第 1 ガス吹出し路の延長上に上記電界印加電極対向面から上記基材対向面へ至る吹出し口が形成されており、

上記電界印加電極と接地電極どうしの間は、上記第 2 ガスが上記吹出し口へ向かうように通され、上記第 2 流路形成手段として提供されていることを特徴とする請求項 1 に記載のプラズマ成膜装置。

【請求項 3】 上記電界印加電極と接地電極が、それぞれ導体からなる電極本体と、この電極本体の少なくとも他方の電極との対向面を覆う固体誘電体層とを有し、

上記電界印加電極本体における上記第 1 ガス吹出し路の形成部分と、上記接地電極本体における上記吹出し口の形成部分とが略等大であることを特徴とする請

求項 2 に記載のプラズマ成膜装置。

【請求項 4】 上記電界印加電極と接地電極が、それぞれ導体からなる電極本体と、この電極本体の少なくとも他方の電極との対向面を覆う固体誘電体層とを有し、

上記接地電極本体における上記吹出し口の形成部分が、上記電界印加電極本体における上記第 1 ガス吹出し路の形成部分より大きく拡開していることを特徴とする請求項 2 に記載のプラズマ成膜装置。

【請求項 5】 上記電界印加電極と接地電極とが、互いの対向面間に挟装された共通の固体誘電体層を有し、上記接地電極の一部に、上記固体誘電体層を基材側へ向けて露出させる露出部が形成され、この露出部内が上記プラズマ空間となっており、

上記第 2 流路形成手段が、上記第 2 ガスを上記接地電極の基材対向面に添うように吹出すとともに上記露出部に入り込ませ、

上記第 1 流路形成手段が、上記第 1 ガスを上記第 2 ガスより基材側において第 2 ガスと層流をなすように吹出すことを特徴とする請求項 1 に記載のプラズマ成膜装置。

【請求項 6】 上記接地電極の周縁部を囲む吸い込み口を有する排気機構をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 ～ 5 の何れかに記載のプラズマ成膜装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、プラズマ成膜装置に関し、特に常圧下での所謂リモート式の成膜に適したプラズマ成膜装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

リモート式のプラズマ成膜装置では、ノズルの内部に一对の電極をノズル軸と直交する向きに対向するように収容し、これら電極間に膜の原料を含むガスを導入するとともに電界を印加してプラズマを発生させ、原料ガスの反応を起させ、

これをノズルの先に配された基材に当てて成膜する（例えば特許文献1参照）。

【0003】

【特許文献1】

特開平11-251304号公報（第1頁、第2図）

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、常圧下では減圧下と比べてラジカルの平均自由行程が短い。そのため、ノズルを基材から離しすぎると、失活して成膜できなくなる。一方、ノズルを基材に近付けすぎると、電界を印加する側の電極と基材との間でアークが発生し、基材を損傷することがある。

また、プラズマ化された原料が、ノズルから吹出される前に電極の表面に付着しやすいため、ロスが大きいだけでなく、電極を定期的に取り替えたり洗浄したりするなどのメンテナンスを要し、煩雑であった。

【0005】

この発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、基材の損傷を防止しつつ確実に成膜できるようにするとともに、電極に膜が付着するのも防止できるプラズマ成膜装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記問題点を解決するために、本発明は、プラズマの作用で基材（ワーク、被処理物）の表面に膜を形成するプラズマ成膜装置において、（A）電界印加手段に接続された電界印加電極と、（B）片側の面が上記電界印加電極と対向するとともにその逆側の面が基材と対向すべきようにして配置され、かつ接地され、電界印加電極と協働してプラズマ空間を形成する接地電極と、（C）上記膜の原料となる第1ガスを、上記電界印加電極と接地電極どうしの間を避けて上記基材へ向かうように流す第1流路形成手段と、（D）プラズマにより上記原料を膜化可能な励起状態になる一方、それ自体は励起するだけでは膜化されない第2ガスを、上記プラズマ空間に通す第2流路形成手段とを備え、上記第1流路形成手段と第2流路形成手段とが、互いに協働して、上記第2ガスの流れを少なくとも上記

プラズマ空間の通過後に上記第1ガス流と上記接地電極との間に介在させるように構成されていることを特徴とする。これによって、電界印加電極と基材の間に接地電極が介在されることになるので、電界印加電極と基材との間でアークが発生するのを防止でき、基材の損傷を防止できるとともに、プラズマ空間を基材に十分に（例えば2mm以内に）近付けることができ、例えば、常圧下において、ラジカルの平均自由行程、さらには失活するまでの距離が短くても、高速かつ確実に成膜することができる。しかも、電極への膜の付着を防止又は抑制でき、原料のロスを低減できるとともに、電極の取替えや洗浄などのメンテナンスの手間を軽減することができる。

【0007】

上記第1流路形成手段として、上記電界印加電極には、上記接地電極との対向面へ至る第1ガス吹出し路が設けられ、上記接地電極には、上記第1ガス吹出し路の延長上に上記電界印加電極対向面から上記基材対向面へ至る吹出し口が形成されており、上記電界印加電極と接地電極どうしの間は、上記第2ガスが上記吹出し口へ向かうように通されることにより上記第2流路形成手段として提供されていることが望ましい。これによって、第1ガス吹出し路と吹出し口との間にプラズマ空間をはみ出させ、このはみ出し部分に第1ガスを通して反応を起こさせることができ、ひいては効率的に成膜することができる。また、第2ガスが第1ガスと接地電極の吹出し口の周縁との間に介在されるような層流状のガス流れを確実に形成することができる。

【0008】

上記電界印加電極と接地電極が、それぞれ導体からなる電極本体と、この電極本体の少なくとも他方の電極との対向面を覆う固体誘電体層とを有し、上記電界印加電極本体における上記第1ガス吹出し路の形成部分と、上記接地電極本体における上記吹出し口の形成部分とが略等大であることが望ましい。これによって、接地電極本体の吹出し口形成部分から電界が基材側へ漏れるのを防止でき、基材の損傷を一層確実に防止できるとともに一層確実に成膜を行なうことができる。

【0009】

上記電界印加電極と接地電極が、それぞれ導体からなる電極本体と、この電極本体の少なくとも他方の電極との対向面を覆う固体誘電体層とを有し、上記接地電極の少なくとも電極本体における上記吹出し口の形成部分が、上記電界印加電極の電極本体における上記第1ガス吹出し路の形成部分より大きく拡開しているもよい。これによって、第1ガス吹出し路の形成部分と吹出し口の形成部分との間に横方向電界によるプラズマが形成され、第1ガスを基材の更に近くで反応させることができ、一層高速かつ確実に成膜を行なうことができる。

【0010】

上記電界印加電極と接地電極とが、互いの対向面間に挟装された共通の固体誘電体層を有し、上記接地電極の一部に、上記固体誘電体層を基材側へ向けて露出させる露出部が形成され、この露出部内が上記プラズマ空間となっており、上記第2流路形成手段が、上記第2ガスを上記接地電極の基材対向面に添うように吹出すとともに上記露出部に入り込ませ、上記第1流路形成手段が、上記第1ガスを上記第2ガスより基材側において第2ガスと層流をなすように吹出すようにしてもよい。これによって、基材の直近で第1ガスを反応させることができ、確実に成膜することができる。

【0011】

上記接地電極の周縁部を囲む吸い込み口を有する排気機構をさらに備えることが望ましい。これによって、処理済みのガスを吸引排気できるだけでなく、第1、第2ガスの流れを安定させ、層流を確実に形成することができる。

【0012】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を、図面を参照して説明する。

図1は、本発明の第1実施形態に係るプラズマ成膜装置M1を示したものである。プラズマ成膜装置M1は、架台（図示せず）に支持されたヘッドユニット3と、このヘッドユニット3に接続されたガス源1、2及び電源4を備えている。ヘッドユニット3の下方には、大面積の板状の基材（被処理物）Wが搬送手段（図示せず）によって矢印aに示す方向に沿って（後方から前方へ）送られて来る。勿論、基材Wが固定されてヘッドユニット3が移動されるようになっていても

よい。プラズマ成膜装置M1は、この基材Wの上面に例えばアモルファスシリコン(a-Si)や窒化シリコン(SiN)等の膜A(図10)を形成するようになっている。

【0013】

原料ガス源1(第1ガス源)には、上記アモルファスシリコン等の膜Aとなる原料ガス(第1ガス、例えばシラン(SiH₄))が貯えられている。励起ガス源2(第2ガス源)には、プラズマで励起されることにより、上記シラン等の原料を反応させてアモルファスシリコン等の膜Aを生成する励起ガス(第2ガス、例えば水素や窒素)が貯えられている。励起ガスは、プラズマによって励起されるが、励起によってそれ自体が単独のみで膜化される成分は含まれていない。

【0014】

パルス電源4(電界印加手段)は、後記電極51にパルス電圧を出力するようになっている。このパルスの立上がり時間及び/又は立下り時間は、10μs以下、電界強度は1~1000kV/cm、周波数は0.5kHz以上であることが望ましい。

【0015】

ヘッドユニット3は、外筐10と、この外筐10内に収容されたノズルヘッド20とを備えている。外筐10は、例えば正面視半円状の前後の壁11と、これら壁11の下端部どうしを繋ぐ左右の低い壁12とを有して、平面視四角形状をなしている。この外筐10は、排気ダクトを兼ねている。すなわち、図3、図6、図7に示すように、外筐10の前後左右の壁11、12は中空になっている。これら中空部10bの下端部は、壁11、12の下端面に開口することによってノズルヘッド20の下端の外周を囲む吸い込み口10aを形成している。図1に示すように、前後の壁11の上端部には、中空部10bに連なる横長の開口11bが設けられている。これら上端開口11bから排気路13がそれぞれ延びている。排気路13は、互いに合流した後、真空ポンプ14(排気手段)に連なっている。外筐(排気ダクト)10と、排気路13と、真空ポンプ14とによって、特許請求の範囲の「排気機構」が構成されている。

【0016】

ノズルヘッド20は、左右に長い略直方体形状をなし、前後左右の壁11, 12に囲まれるようにして、外筐10に収容されている。ノズルヘッド20の外筐10への支持構造について説明する。

図3及び図7に示すように、外筐10の前後の壁11の内壁面の下端縁には、内フランジ11dが設けられている。この内フランジ11dに、ノズルヘッド20の後記ロアフレーム24の前後の辺が引掛けられるようにして載せられている。図5及び図7に示すように、外筐10の左右の壁12にも、同様の内フランジ12dが設けられており、これにロアフレーム24の左右の辺が載せられている。また、図1に示すように、左右の壁12の上端面には、逆三角形形状の谷部12b（ノズル支持部）が形成されており、この谷部12bに、ノズルヘッド20の壁部材23の被支持部23aが、嵌め合わされるようにして載置されている（図5参照）。

【0017】

図1～図3に示すように、ノズルヘッド20は、ガス均一化部30とノズル部21とを上下に重ねることによって構成されている。上側のガス均一化部30には、ガス源1, 2からのガスが導入される。ガス均一化部30は、このガスをノズルヘッド20の長手方向に均一化させて、下側のノズル部21へ供給するようになっている。

【0018】

詳述すると、図2及び図4に示すように、ガス均一化部30は、左右に延びる複数の鋼製のプレート31～38を積層することによって構成されている。これらプレート31～38すなわちガス均一化部30の全体には、前後に3つのガス流通領域30F, 30M, 30Rが仮想的に設定されている。

【0019】

図1に示すように、2段目のプレート32の左端部（一端部）には、3つのガスプラグ32Pが領域30F, 30M, 30Rに対応するように前後に並んで設けられている。中央の原料ガス流通領域30Mにおけるガスプラグ32Pには、原料ガス管1aを介して上記原料ガス源1が接続されている。前後の励起ガス流通領域30F, 30Rにおけるガスプラグ32Pには、励起ガス管2aを介して

上記励起ガス源 2 が接続されている。なお、励起ガス管 2 a は、励起ガス源 2 から 1 本の管の状態で延び、それが 2 つに分岐されて各領域 30 F, 30 R のガスプラグ 32 P に連なっている。

【0020】

図 2 に示すように、2 段目から最下段までのプレート 32 ~ 38 には、領域 30 F, 30 M, 30 R ごとにガス均一化路 30 a が形成されている。これらガス均一化路 30 a は、互いに同一構成になっている。

【0021】

図 2 及び図 4 に示すように、各領域 30 F, 30 M, 30 R のガス均一化路 30 a として、2 段目のプレート 32 には、左端部に上記ガスプラグ 32 P の接続されるインレットポート 32 b が形成されるとともに、このポート 32 b からプレート 32 の左右中央部まで延びる深い逆さ凹溝 32 a が下面に開口するように形成されている。3 段目のプレート 33 の左右中央部には、逆さ凹溝 32 a に連なる前後一対の連通孔 33 a, 33 b が形成されている。4 段目のプレート 34 には、上記連通孔 33 a に連なるとともに右方へ延びる条溝 34 a 及びこの条溝 34 a の終端（右端）から下面へ達する連通孔 34 c、並びに上記連通孔 33 b に連なるとともに左方へ延びる条溝 34 b 及びこの条溝 34 b の終端（左端）から下面へ達する連通孔 34 d が形成されている。5 段目のプレート 35 には、上記連通孔 34 c に連なるとともに左右長手方向の略全長にわたって延びる条溝 35 a、及び上記連通孔 34 d に連なるとともに左右長手方向の略全長にわたって延びる条溝 35 b、並びに各条溝 35 a, 35 b から下面へ延びるとともに左右に等ピッチで並べられた多数の細孔（圧損形成路）35 c, 35 d が形成されている。6 段目のプレート 36 には、上記細孔 35 c, 35 d に連なるとともに左右長手方向の略全長にわたって延びる幅広の条溝（膨張室）36 a、及びこの条溝 36 a から下面へ延びるとともに左右に等ピッチで千鳥状に二列に並べられた多数の細孔（圧損形成路）36 b が形成されている。7 段目のプレート 37 には、上記細孔 36 b に連なるとともに左右長手方向の略全長にわたって延びる幅広の条溝（膨張室）37 a、及びこの条溝 37 a から下面へ延びるとともに左右に等ピッチで千鳥状に二列に並べられた多数の細孔（圧損形成路）37 b が形成さ

れている。最下段のプレート 38 には、上記細孔 37b に連なるとともに左右長手方向の略全長にわたって延びる幅広の貫通孔（膨張室）38a が形成されている。この貫通孔 38a が、ガス均一化路 30a の下流端を構成している。後述するように、貫通孔 38a は、後記絶縁プレート 27 の誘導路 27f, 27m, 27r に連通されている。

【0022】

なお、最上段のプレート 31 には、各領域 30F, 30M, 30R のガス均一化路 30a を加温するための薄肉細長状のプレートヒータ 31H が左右に延びるようにして収容されている。2 段目から最下段までのプレート 32～38 には、領域 30F, 30M, 30R の境に沿ってスリット 30s が形成されている。これによって、領域 30F, 30M, 30R ごとに熱的に縁切りされている。

図 1 及び図 2 において、符号 39S は、最上段と 2 段目のプレート 31, 32 を連結するボルトであり、符号 39L は、2 段目から最下段までのプレート 32～38 を連結するボルトである。

【0023】

次に、ノズルヘッド 20 のノズル部 21 について説明する。図 3 に示すように、ノズル部 21 は、電極ホルダ 21X と、この電極ホルダ 21X の内部に収容された電界印加電極ユニット 50 と、このユニット 50 上に被せられた絶縁プレート 27 とを備えている。図 3、図 5～図 7 に示すように、電極ホルダ 21X は、左右に長く延びる金属製の前後の壁部材 22 と、これら壁部材 22 の左右の端部どうし間に架け渡された絶縁樹脂製の左右の壁部材 23 とを有して、左右に長い箱状をなしている。これら前後左右の壁部材 22, 23 の下縁部には、長方形の枠状をなす金属製のロアフレーム 24 と、このロアフレーム 24 によって四隅が支持された長形状のノズルプレート 25 とが配されている。上述したように、ロアフレーム 24 は、外筐 10 の内フランジ 11d, 12d に支持されている。このロアフレーム 24 の前後の辺に壁部材 22 が載置されている。壁部材 22 は、ボルト 26A によってガス均一化部 30 の最下段のプレート 38 に連結されている。なお、ロアフレーム 24 は、壁部材 22 にボルト等で連結されていてもよい。

【0024】

ノズルプレート25は、例えばアルミナ等の誘電材料で構成され、ノズルヘッド20の吹出しノズルとしての機能だけでなく、接地電極の固体誘電体層としての機能を有している。詳述すると、図3及び図7に示すように、ノズルプレート25の上面には、左右に延びる幅広の浅い凹部25aが形成されるとともに、前後幅方向の中央部には、左右に延びるスリット状の吹出し口25mが形成され、更に下面には、吹出し口25mを挟んで一对の浅い条溝25bが左右に延びるようにして形成されている。これら条溝25bに、細長い薄肉の金属導体板からなる接地電極本体61がそれぞれ嵌め込まれている。各接地電極本体61の上面（片側の面）は、電界印加電極51と対向するとともに、その逆側の下面は、基材Wと対向すべきようにして配置されている。これら接地電極本体61とその固体誘電体層としてのノズルプレート25とによって、接地電極60が構成されている。

なお、接地電極本体61は、一枚の細長金属導体板に吹出し口25mとなるべきスリットを開穿することによって構成してもよい。

【0025】

図5及び図7に示すように、接地電極本体61の長手方向の両端縁は、金属導体からなる上記ロアフレーム24と接している。ロアフレーム24の右端部（後記給電ピン40の配置側とは逆側）から接地線4bが延び、接地されている。

【0026】

図1～図4に示すように、セラミック（絶縁体）からなる絶縁プレート27は、上記ガス均一化部30の最下段のプレート38と電界印加電極ユニット50とによって上下から挟持されている。図3及び図4に示すように、絶縁プレート27には、左右長手方向の略全長にわたって延びる3つのガス誘導路27f、27m、27rが互いに前後に離れて形成されている。中央の原料ガス誘導路27mは、絶縁プレート27を垂直に貫通している。前側の励起ガス誘導路27fは、絶縁プレート27の上面から下に向かうにしたがって後方へ傾き、プレート27の下面へ達している。後側の励起ガス誘導路27rは、絶縁プレート27の上面から下に向かうにしたがって前方へ傾き、プレート27の下面へ達している。

【0027】

図3、図5、図6に示すように、電界印加電極ユニット50は、左右へ延びるとともに互いに前後に平行に並べられた4本の長尺部材51、52と、これらを前後から挟む押えプレート53と、左右から挟む保持プレート54とを備えている。中側の2本（一对）の長尺部材51は、電界印加電極であり、この電界印加電極51の前後2本の長尺部材52は、電界印加電極51と同一形状をなすセラミック等の誘電体からなる擬似電極スペーサである。

【0028】

図8に示すように、電界印加電極51は、四角形断面をなして左右に長く延びる金属導体からなる電極本体56と、この電極本体56の固体誘電体層としてのケース57とを備えている。ケース57は、セラミック（誘電体）で形成されたケース本体57aと、これと同材質の蓋57bとで構成されている。ケース本体57aは、電極本体56と同形状の内部空間を有している。この内部空間は、ケース本体57aの背面（他方の電極51との対向側とは逆側の面）へ開口されている。このケース本体57aの内部空間に電極本体56が収容されるとともに、背面開口が蓋57bで塞がれている。これによって、電極本体56の全体が、ケース57すなわち固体誘電体層で覆われている。

なお、ケース本体57aの開口は、上面や長手方向の端面（左端面又は右端面）等に形成されていてもよい。ケース57に代えて、電極本体56の表面にセラミック等の誘電体を溶射等して被膜したり、テトラフルオロエチレン等の樹脂製シートを貼り付けたりしてもよい。

電極本体51の内部に冷却水等を通す冷却通路を形成してもよい。

【0029】

図5に示すように、電界印加電極51の例えば左端部には、給電ピン40が設けられている。図9に示すように、給電ピン40は、先端面に開口する軸孔41aが形成された軸状のピン本体41と、このピン本体41の基端部に装着された絶縁体製の筒状ピンホルダ45A、45Bと、軸孔41aに収容された有底の筒体42と、この筒体42内に摺動可能に収容された芯部材43とを備えている。ピン本体41と筒体42と芯部材43は、ステンレス等の導電性金属で構成され

、内外の周面どうしが当接することによって電氣的に導通し合っている。ピン本体 41 の先端部が、保持プレート 54 及びケース本体 57a の左側板の孔 57c に通されるとともに、電極本体 56 の左端面のピン孔 56a に引き抜き可能に挿し込まれ、電極本体 56 と導通している。筒体 42 には、コイルばね 74 (付勢手段) が収容されており、このコイルばね 74 によって芯部材 43 が先端方向すなわち軸孔 41a から押し出される向きに付勢されている。これによって、芯部材 43 の先端部が、ピン孔 56a の奥端面に強く押し付けられている。この結果、給電ピン 40 と電極本体 56 との導通状態が確実に維持されている。

【0030】

ホルダ 45A, 76 付きのピン本体 41 の基端部は、左側の保持プレート 54 と壁部材 23 との間に配されている。図 5 に示すように、このピン本体 41 の基端部から、給電線 4a が延び、左側の壁部材 23 の上面と絶縁プレート 27 との間を通過して上記パルス電源 4 に接続されている。

【0031】

図 3 及び図 6 に示すように、一对をなす電界印加電極 51 は、狭い隙間 50m (第 1 ガス吹出し路) を介して前後に対向して配置されている。図 3 に示すように、各電極 51 のケース本体 57a における他方の電極 51 と対向する側の板は、上側が薄く、下側が厚くなって、中間に段差が形成されている。これによって、一对の電極 51 間の隙間 50m は、上側が幅広で下側が幅狭になっている。この隙間 50m の上端部は、上記絶縁プレート 27 の誘導路 27m を介してガス均一化部 30 の中央領域 30M の貫通孔 38a にストレートに連なり、下端部は、上記ノズルプレート 25 の吹出し口 25m にストレートに連なっている。(隙間 50m の延長上に吹出し口 25m が配されている。) ノズル部 21 において、誘導路 27m から隙間 50m を経て吹出し口 25m へ至るストレートな経路によって、特許請求の範囲の「第 1 流路形成手段」が構成されている。

なお、一对の電界印加電極 51 のケース 57 が、左右両端部において一体に連なってもよい。すなわち、1 つの誘電体ケースに、2 つの電極本体 56 を収容できるようにし、これら 2 つの電極本体収容部の間に隙間 50m に相当するスリット (第 1 ガス吹出し路) を形成してもよい。更には、電極本体 56 の左右両

端部どうしが一体に連なっているもよい。

【0032】

図3及び図6に示すように、前側の電界印加電極51と擬似電極スペーサ52との間には、狭い隙間50fが形成されている。後側の電界印加電極51と擬似電極スペーサ52との間には、上記隙間50fと同一幅の隙間50rが形成されている。これら電極51及びスペーサ52の長手方向の両端面に、絶縁樹脂からなる上記保持プレート54がそれぞれ宛がわれている。各保持プレート54には、絶縁樹脂からなる3つの板片状スペーサ55が設けられている。これら板片状スペーサ55が、一对の電極51間、又は電極51と擬似電極スペーサ52間に挿し入れられることにより、上記隙間50f、50m、50rが確保されている。前後の各擬似電極スペーサ52の背面（電極51との対向側とは逆側の面）には、絶縁体からなる上記押えプレート53がそれぞれ添えられている。押えプレート53の背面に、壁部材22から嵌め込まれたボルト26が突き当てられている。これによって、電界印加電極ユニット50が、電極ホルダ21X内に正確に位置決めされて保持されている。

【0033】

図3に示すように、擬似電極スペーサ52は、上記ノズルプレート25における凹部25aより前後外側の上面に載せられている。一方、図3及び図5に示すように、電界印加電極51は、凹部25aの上に離れて配されている。これによって、前側の電界印加電極51の下面とノズルプレート25の間には、隙間21fが形成されている。この隙間21fの後側の縁が、中央の隙間50mの下端部に連なるとともに、前側の縁が、隙間50f及び上記絶縁プレート27の誘導路27fを介してガス均一化部30の前側の領域30Mの貫通孔38aに連なっている。同様に、後側の電界印加電極51の下面とノズルプレート25の間には、隙間21rが形成されている。この隙間21rの前側の縁が、中央の隙間50mの下端部に連なるとともに、後側の縁が、隙間50r及び上記絶縁プレート27の誘導路27rを介してガス均一化部30の後側の領域30Mの貫通孔38aに連なっている。

ノズル部21において、前側の誘導路27f及び隙間50f、21f、並びに

後側の誘導路 27r と隙間 50r, 21r によって、特許請求の範囲の「第 2 流路形成手段」が構成されている。

【0034】

前側の電界印加電極本体 56 は、前側の接地電極本体 61 の真上に位置し、後側の電界印加電極本体 56 は、後側の接地電極本体 61 の真上に位置している。更に詳しくは、図 10 に示すように、一对の電界印加電極本体 56 どうしの対向面間の間隔は、一对の接地電極本体 61 どうしの対向縁間の間隔と略等しくなっている。(電界印加電極本体 56 の第 1 ガス吹出し路形成部分と、接地電極本体 61 の吹出し口形成部分とが略等大になっている。) 各接地電極本体 61 における上記対向縁とは逆側の縁は、電界印加電極本体 56 の背面より突出している。

【0035】

上記のように構成されたプラズマ成膜装置 M1 の動作について説明する。

励起ガス源 2 からの水素等の励起ガスが、ガス管 2a を経て、ノズルヘッド 20 の前後 2 つのプラグ 32P から領域 30F, 30R のガス均一化路 30a に導入され、これら路 30a によって左右長手方向に均一化された後、誘導路 27f, 27r を経て前後の隙間 50f, 50r へ誘導され、更に、電極 51 とノズルプレート 25 との間の隙間 21f, 21r へ導入される。

【0036】

一方、パルス電源 4 からのパルス電圧が、電界印加電極本体 56 と接地電極本体 61 との間に印加される。これによって、図 10 に示すように、上記前後の隙間 21f, 21r 内にグロー放電等が発生してプラズマ空間 PL が形成され、励起ガスが励起、活性化される。この励起ガス自体には、励起によってセラミック等の表面に付着、堆積するような成分は含まれていない。したがって、電極 51 やノズルプレート 25 の隙間 21f, 21r 形成面 (プラズマ空間 PL に面する面) に膜が形成されるのを防止、抑制することができる。

ここで、プラズマ空間 PL は、各隙間 21f, 21r 内だけでなく、隙間 21f, 21r から互いの対向方向 (中央の隙間 50m と吹出し口 25m との間) へはみ出すことになる。

【0037】

電界印加電極 51 と基材 W の間には、接地電極 60 が介在されているので、ノズルヘッド 20 を基材 W に近付けても、基材 W との間にアークが発生するおそれがなく、基材 W の損傷を確実に防止することができる。しかも、電界印加電極本体 56 どうしの対向面間（第 1 ガス吹出し路形成部分）と、接地電極本体 61 どうしの対向縁間（吹出し口形成部分）とが、ストレートに配されるとともに略等大になっているので、接地電極本体 61 どうしの対向縁間から電界が漏れるのを防止でき、ノズルヘッド 20 を基材 W に一層近接させることができる。これによって、ノズルヘッド 20 から基材 W の上面（表面）までの距離を、常圧下におけるラジカルの短小な失活距離以内に十分に収めることができる。例えば 2 mm 以内に収めることができる。

電界印加電極本体 56 は、全体が固体誘電体層としてのケース 57 に包まれているので、上記パルス電界の印加時に接地電極 60 側とは逆側の上面や側面、エッジ等から異常放電が起きるのを確実に防止することができる。

【0038】

上記励起ガスの流通と同時併行して、原料ガス源 1 からのシラン等の原料ガスが、ガス管 1a を経て、ノズルヘッド 20 の中央のガスプラグ 32P から領域 30M のガス均一化路 30a に導入されて左右長手方向に均一化された後、誘導路 27m を経て一对の電界印加電極 51 間の隙間 50m へ導入される。各電界印加電極 51 には上記パルス電界が印加されているが、隙間 50m では放電が起きないので、原料ガスは、プラズマ化されずにそのまま通過する。したがって、電界印加電極 51 どうしの対向面（隙間 50m 形成面）に膜が形成されるのを防止、抑制することができる。よって、電界印加電極 51 のどこにも膜が付くことがなく、メンテナンスの手間を省くことができる。

なお、隙間 50m が途中から狭くなっているので、原料ガスが絞られて圧が高まる。

【0039】

その後、原料ガスは、電極 51 間の隙間 50m から下方へ出て、上記プラズマ空間 PL のはみ出し部内を通過する。これにより、原料ガスの分解、励起等の反応を極めて効率的に起こすことができ、ラジカルな反応生成物 p を多量に得るこ

とができる。一方、前後の隙間 21f, 21r から出た励起ガスは、原料ガスの流れに押される等して下に曲がる。これによって、前後両側の励起ガスが吹出し口 25m の前後の縁に添うとともに、これら前後の励起ガス流の間に原料ガスが挟まれる。こうして、励起した励起ガスと反応生成物 p を含む原料ガスとが層流状態になって吹出し口 25m 内を通過し、下方へ向かう。この層流のガスどうしの境では、原料ガスが、励起した励起ガスに触れる。これによって、原料ガスを更に反応させ、反応生成物 p を増やすことができる。反応生成物 p は、励起ガス流によって吹出し口 25m の縁に触れるのを阻止されるので、吹出し口 25m の縁に膜が形成されるのを防止することができる。

【0040】

そして、反応生成物 p を含む原料ガスが、吹出し口 25m の直下の基材 W に吹き付けられる。これによって、基材 W の表面（上面）に所望の膜 A を形成することができる。上述したように、ノズルヘッド 20 を基材 W に可及的に近付けることができ、それら間の距離を常圧下でのラジカルの失活距離以内に収めることができるので、反応生成物 p が失活しないうちに基材 W に確実に到達させることができる。この結果、高速かつ確実に成膜を行なうことができる。

また、上記ガス均一化部 30 によってガスが左右方向に均一化されているので、左右方向に均質な膜 A を一度に形成することができる。

【0041】

吹出し口 25m から出た後の励起ガスと原料ガスは、接地電極 60 と基材 W との間を、励起ガスが接地電極 60 の側に偏った層流状態を維持しながら、吹出し口 25m から離れる向きへ流れて行く。これによって、原料ガスが接地電極 60 の本体 61 やノズルプレート 25、更にはロアフレーム 24 の下面に触れて膜が出来るのを防止することができる。この結果、原料の無駄を無くすることができる。とともに、膜を落す等のメンテナンスの手間を軽減することができる。

【0042】

その後、励起ガス及び原料ガスは、真空ポンプ 14 の駆動によって外筐 10 の吸い込み口 10a から吸い込まれ、排出される。この真空ポンプ 14 の吸い込み圧等を調節することにより、上記の層流状態を一層確実に維持することができ、

接地電極 60 下面への被膜を確実に防止することができる。

【0043】

たとえば、接地電極 60 の本体 61 やノズルプレート 25 やロアフレーム 24 に膜ができたとしても、ノズルヘッド 20 を引き上げて外筐 10 から出すと、ロアフレーム 24 と、本体 61 付きノズルプレート 25 だけが、外筐 10 の内フランジ 11d, 12d に引掛けられた状態で取り残される。これにより、ロアフレーム 24 及びノズルプレート 25 をノズルヘッド 20 から極めて簡単に取り外すことができ、これらだけを例えば強酸等の薬液に漬ける等して、膜を容易に除去することができる。

【0044】

電界印加電極 51 に膜が付着している場合には、電極ホルダ 21X から電極 51 を外し、分解する。分解に際して、給電ピン 40 は容易に引き抜くことができる。また、ケース本体 57a から蓋 57b を外せば電極本体 56 を簡単に取り出すことができる。膜はケース 57 にしか付くことがなく、電極本体 56 には付くことがないので、ケース 57 だけ取り替えることにし、電極本体 56 は、新たなケースに入れ替えることによりそのまま使用することができる。この入れ替え作業も簡単に行なうことができる。一方、膜の付いたケース 57 は、それだけを強酸に漬ける等して、膜を容易に除去することができ、再使用することができる。これによって、資材の無駄を無くすことができる。

【0045】

次に、本発明の他の実施形態を説明する。

図 11 は、本発明の第 2 実施形態を示したものである。この実施形態では、接地電極 60 の接地電極本体 61 が、電界印加電極 51 より後退して配置（オフセット）されている。これにより、接地電極本体 61 による吹出し口形成部分 61c が、電界印加電極本体 56 どうしの対向面間（第 1 ガス吹出し路形成部分）より大きく拡開している。接地電極 60 の固体誘電体層 62（第 1 実施形態のノズルプレート 25 に相当）は、接地電極本体 61 から電界印加電極本体 56 の上記対向面の略直下まで張り出している。

また、接地電極本体 61 の表面全体には、別途薄い誘電体 63 がコーティング

されている。

なお、接地電極 60 において、固体誘電体層 62 についても接地電極本体 61 と略面一になる程度まで後退させてもよい。

【0046】

この実施形態によれば、電界印加電極本体 56 と接地電極本体 61 とのずれによって横方向電界が形成される。この横方向電界によって、プラズマ空間 PL が、固体誘電体層 62 の張り出し部 62a を包み込むようにして、張り出し部 62a の下側にまで及ぶ。この張り出し部 62a の下側空間でも励起ガスが励起、活性化される。これによって、基材 W の更に近くで原料ガスを反応させることができる。一層高速かつ確実に成膜を行なうことができる。

また、別途コーティングされた誘電体 63 によって、印加電圧を高くしたときでも異常放電を確実に防止することができる。

【0047】

図 12 は、本発明の第 3 実施形態を示したものである。この実施形態では、金属導体からなる上側の電界印加電極 51X と下側の接地電極 60X との間に、これら電極 51X、60X の共通の固体誘電体層 28 が挟まれている。接地電極 60X の中央部には、切欠部 60a（露出部）が形成され、この切欠部 60a から固体誘電体層 28 の下面が露出されている。

【0048】

接地電極 60X の一端側には、2つの吹出しノズル 71、72 が設けられている。原料ガス吹出しノズル 71（第 1 流路形成手段）は、原料ガス管 1a を介して原料ガス源 1 に連なり、励起ガス吹出しノズル 72（第 2 流路形成手段）は、励起ガス管 2a を介して励起ガス源 2 に連なっている。これらノズル 71、72 の吹出し軸は、接地電極 60X と基材 W との間の空間に向かって斜めに配されている。しかも、励起ガス吹出しノズル 72 が、原料ガス吹出しノズル 71 より上側の接地電極 60X 寄りに配されている。

【0049】

この実施形態によれば、接地電極 60X と基材 W との間の空間に向かって、上側のノズル 72 から励起ガスが吹出され、下側のノズル 71 から原料ガスが吹出

される。これらガスは、層流となって接地電極 60X と基材 W との間を流れていく。すなわち、励起ガスが接地電極 60X の側に偏り、原料ガスが基材 W の側に偏った状態で流れていく。（励起ガスが後記プラズマ空間 PL に入る前から原料ガスと接触している。）そして、励起ガスが、接地電極 60X の切欠部 60a に流れ込む。

【0050】

一方、パルス電源 4 のパルス電圧印加によって、上記の切欠部 60a 内に横方向電界が生じる。これによって、切欠部 60a の内部がプラズマ空間 PL となり、そこへ流れ込んだ励起ガスが、励起、活性化される。この活性化された励起ガスに原料ガスが触れることによって、上記第 2 実施形態と同様に、基材 W の直近で原料ガスを反応させることができ、高速かつ確実に膜 A を形成することができる。

【0051】

本発明は、上記実施形態に限定されず、種々の改変が可能である。

例えば、電界印加電極は、筒状をなし、その内部空間が第 1 ガス吹出し路となっていてよい。接地電極は、この筒状電界印加電極を同軸に収容する有底筒状をなし、その底部に、吹出し口が形成されており、筒状の電界印加電極及び接地電極間の環状空間が、第 2 ガスを通す第 2 流路形成手段として提供されていてよい。

第 1 実施形態において、擬似電極スペーサ 52 を、誘電体ではなく金属導体で構成して接地することにより、接地電極の一部として用いることにしてもよい。そうすると、隙間 50f, 50r をもプラズマ空間 PL とすることができる。この場合、接地電極 52 についても、電界印加電極 51 と同様に、金属導体からなる本体を誘電体からなるケースに収容するのが望ましい。

本発明は、減圧下でのプラズマ成膜にも適用できる。

【0052】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、電界印加電極と基材の間に接地電極が介在されることになる。これによって、電界印加電極と基材との間でアークが発

生するのを防止でき、基材の損傷を防止できるとともに、プラズマ空間を基材に十分に近付けることができ、例えば常圧下でラジカルの失活距離が短くても、高速かつ確実に成膜することができる。しかも、電極への膜の付着を防止、抑制でき、原料のロスを低減できるとともに、電極の取替えや洗浄などのメンテナンスの手間を軽減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 実施形態に係るプラズマ成膜装置の概略図である。

【図 2】

上記プラズマ成膜装置のノズルヘッドのガス均一化部の側面断面図である。

【図 3】

上記ノズルヘッドのノズル部の側面断面図である。

【図 4】

上記ガス均一化部の長手方向に沿う正面断面図である。

【図 5】

図 3 の V-V 線に沿う上記ノズルヘッドのノズル部の正面断面図である。

【図 6】

図 5 の VI-VI 線に沿う上記ノズル部の左側部の平面断面図である。

【図 7】

上記ノズルヘッドの底面図である。

【図 8】

上記ノズル部の電界印加電極の分解斜視図である。

【図 9】

上記ノズル部の給電ピンの詳細図である。

【図 10】

上記プラズマ成膜装置による成膜動作を示すノズルヘッドのガス吹出し部分の拡大図である。

【図 11】

本発明の第 2 実施形態に係るプラズマ成膜装置による成膜動作を示すノズルへ

ッドのガス吹出し部分の拡大図である。

【図 12】

本発明の第 3 実施形態に係るプラズマ成膜装置の概略構成図である。

【符号の説明】

M1, M2 プラズマ成膜装置

W 基材

4 パルス電源（電界印加手段）

10a 吸込み口

20 ノズルヘッド

21r, 21f 隙間（プラズマ空間の主部）

21f, 21r, 50f, 50r 隙間（第 2 流路形成手段）

25 ノズルプレート（接地電極の固体誘電体層）

25m 吹出し口

50m 隙間（第 1 流路形成手段の第 1 ガス吹出し路）

51 電界印加電極

51X 電界印加電極

56 電界印加電極本体

57 ケース（電界印加電極の固体誘電体層）

60 接地電極

60X 接地電極

60a 切欠部（露出部）

61 接地電極本体

61c 吹出し口形成部分

62 接地電極の固体誘電体層

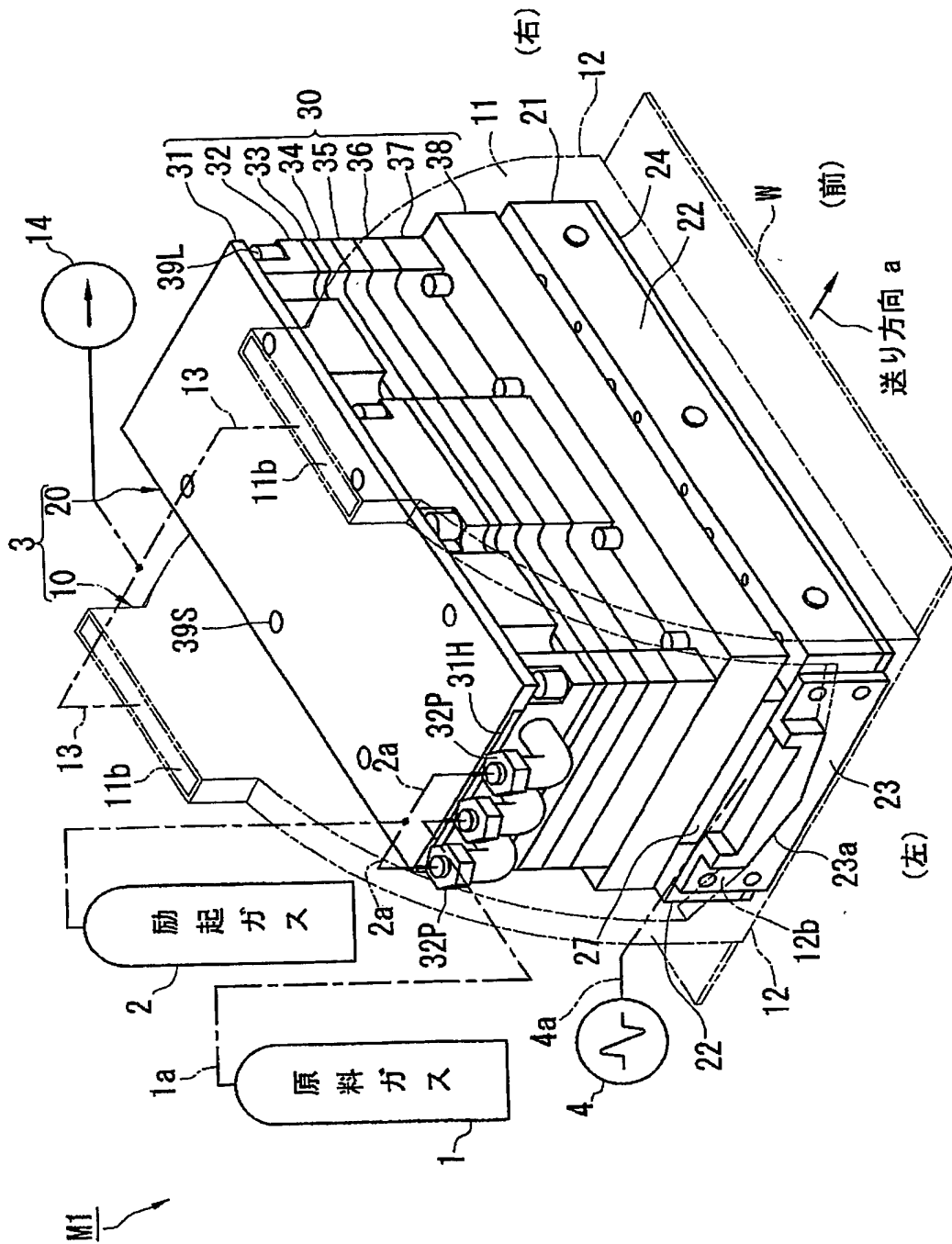
71 原料ガス吹出しノズル（第 1 流路形成手段）

72 励起ガス吹出しノズル（第 2 流路形成手段）

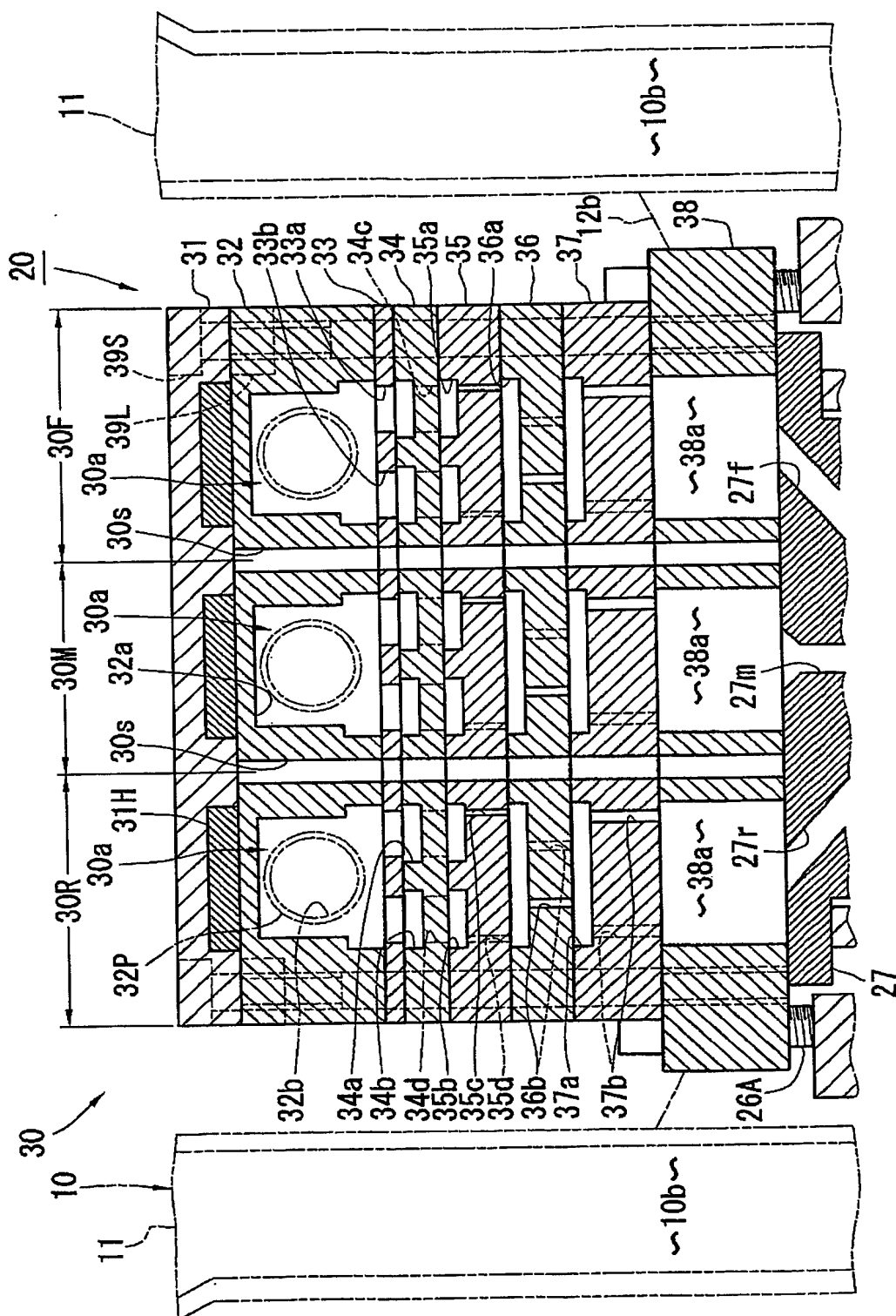
【書類名】

図面

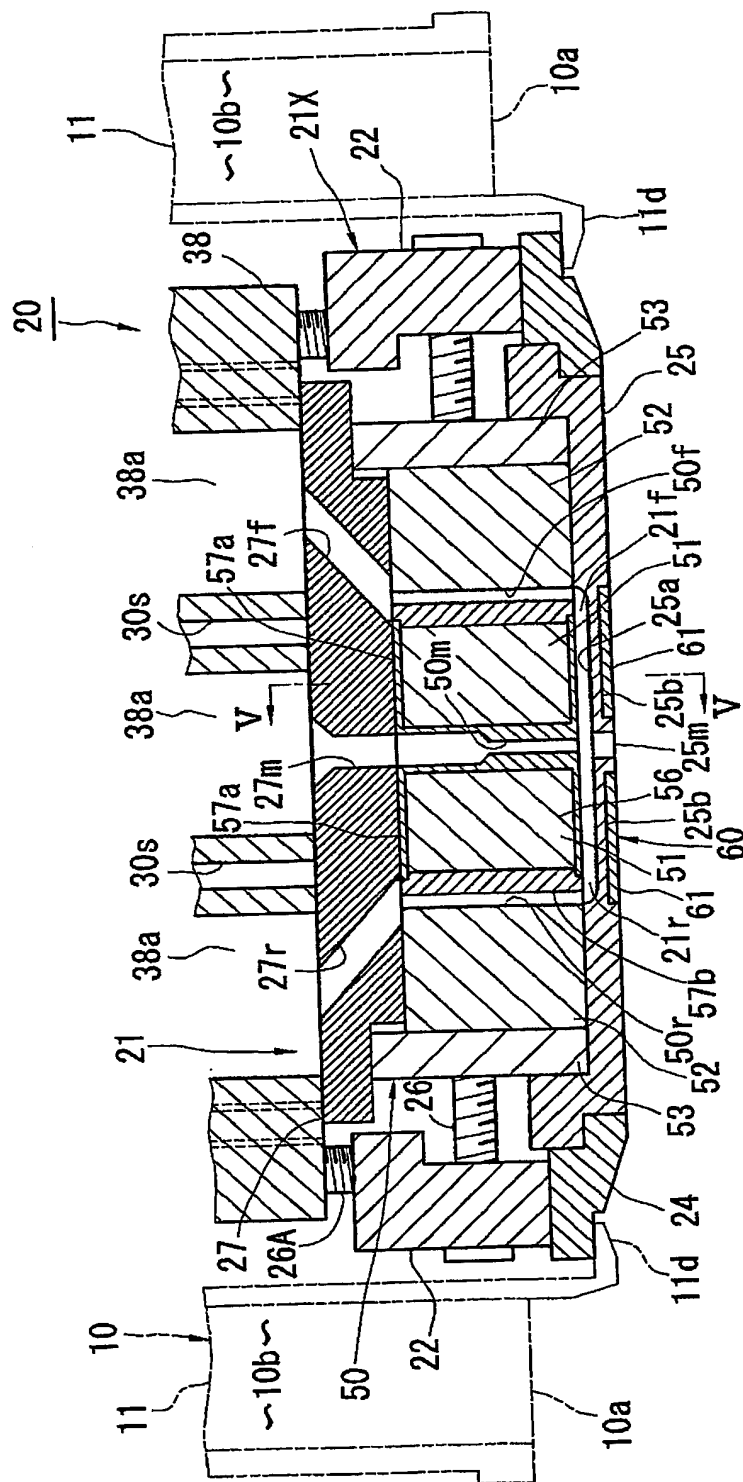
【図1】



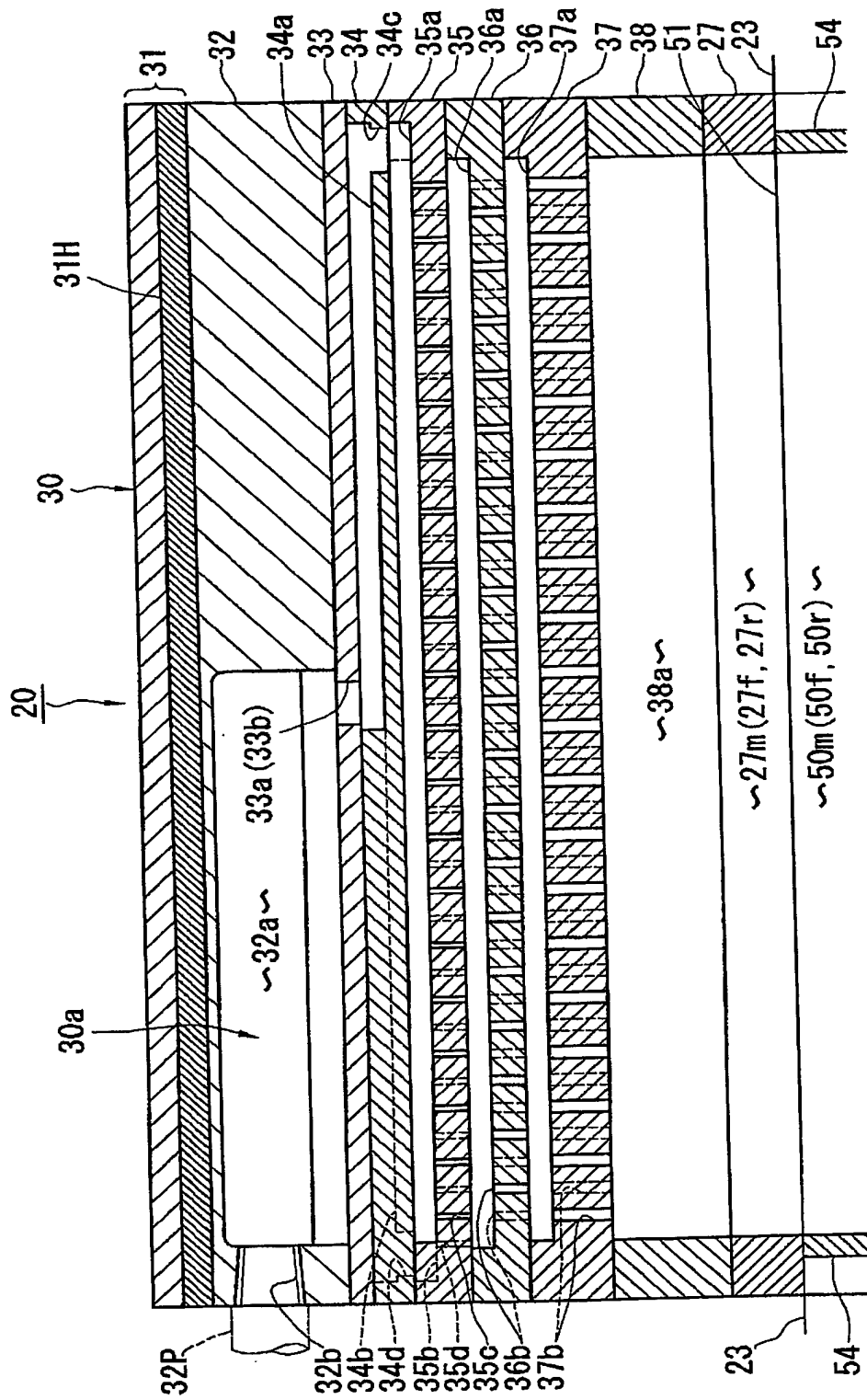
【図 2】



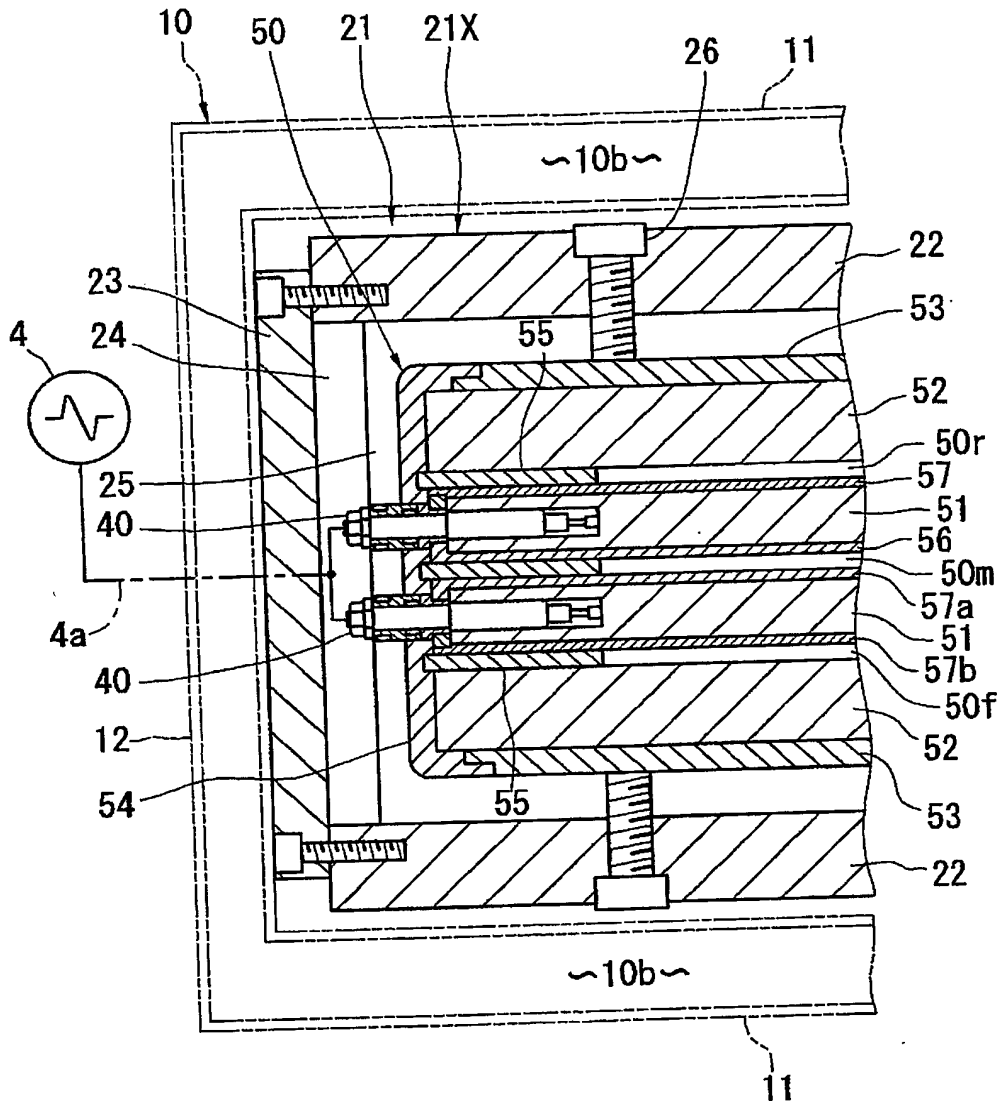
【図 3】



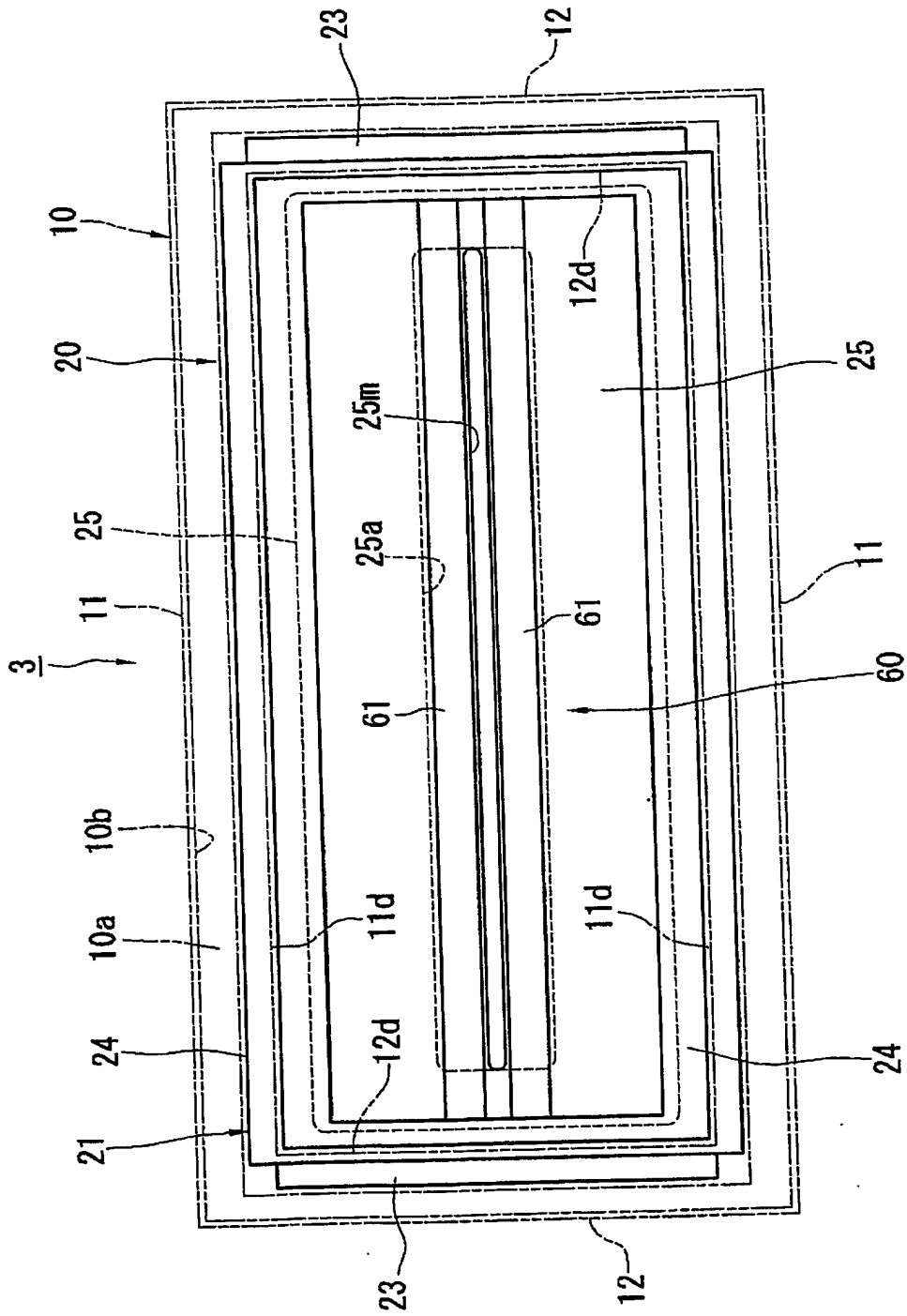
【図 4】



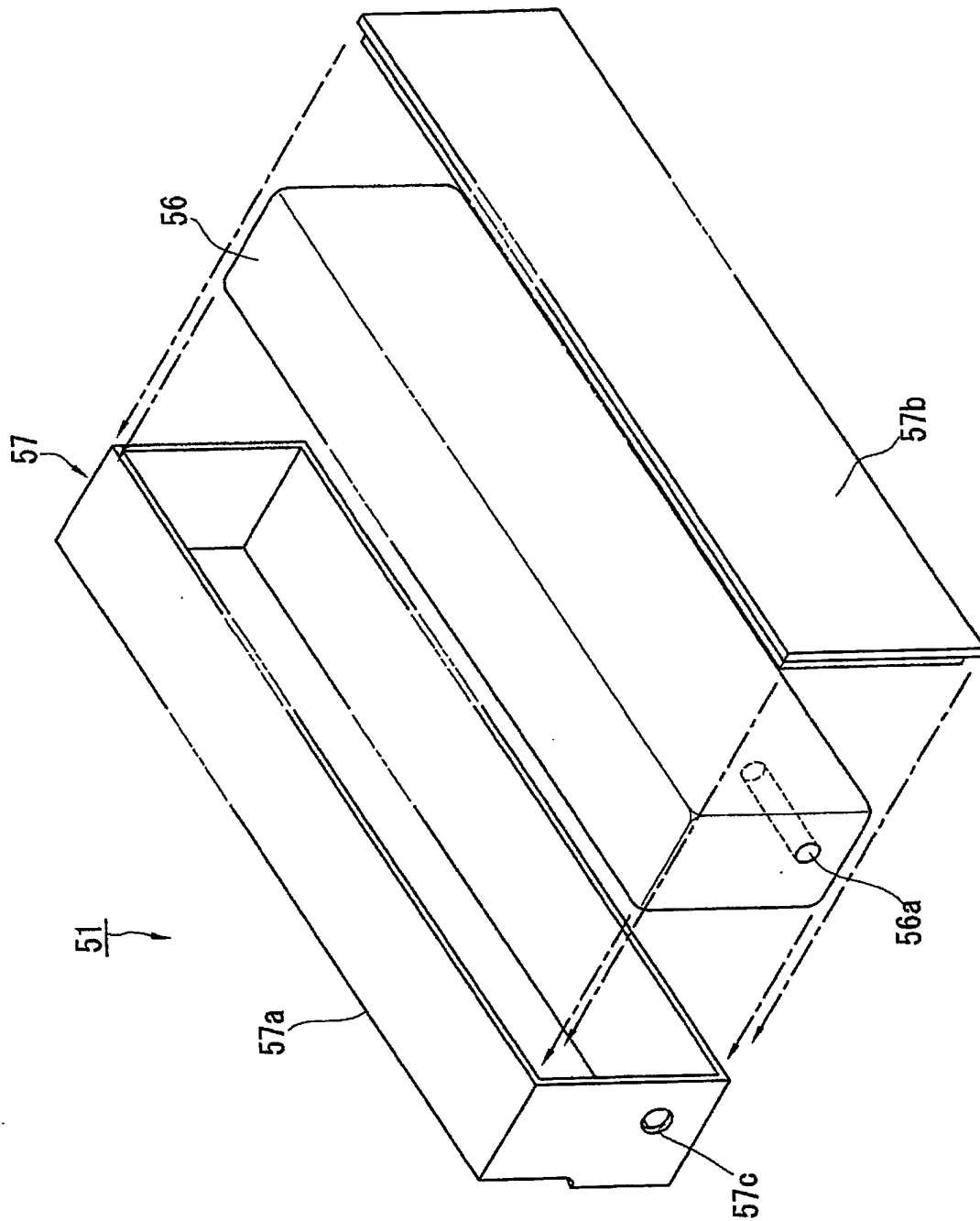
【図 6】



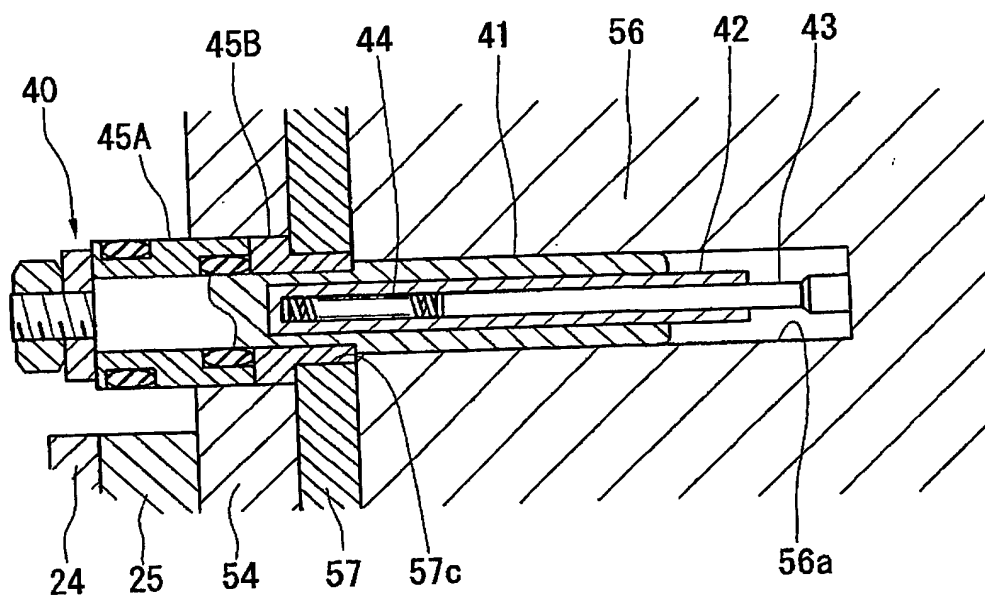
【図 7】



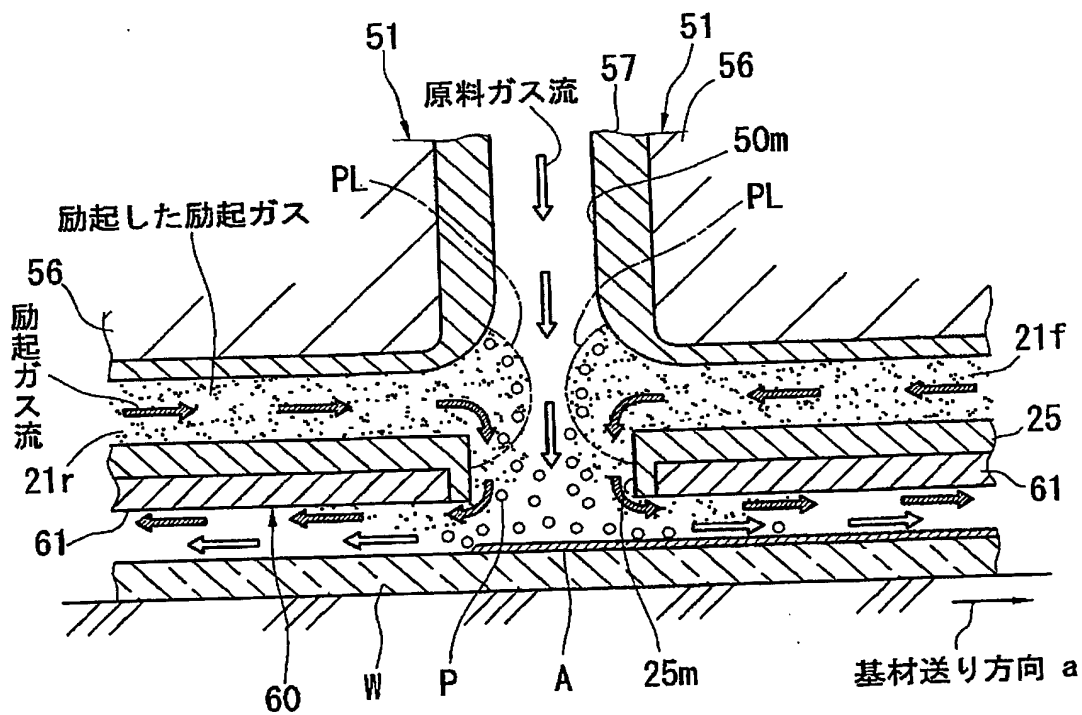
【図 8】



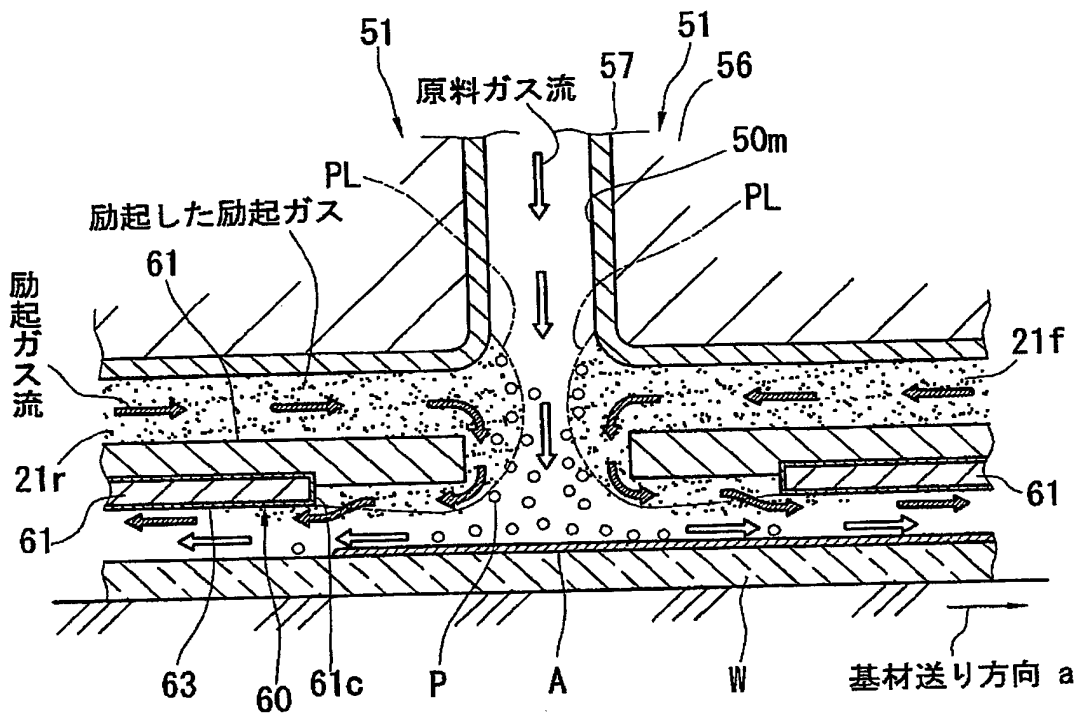
【図 9】



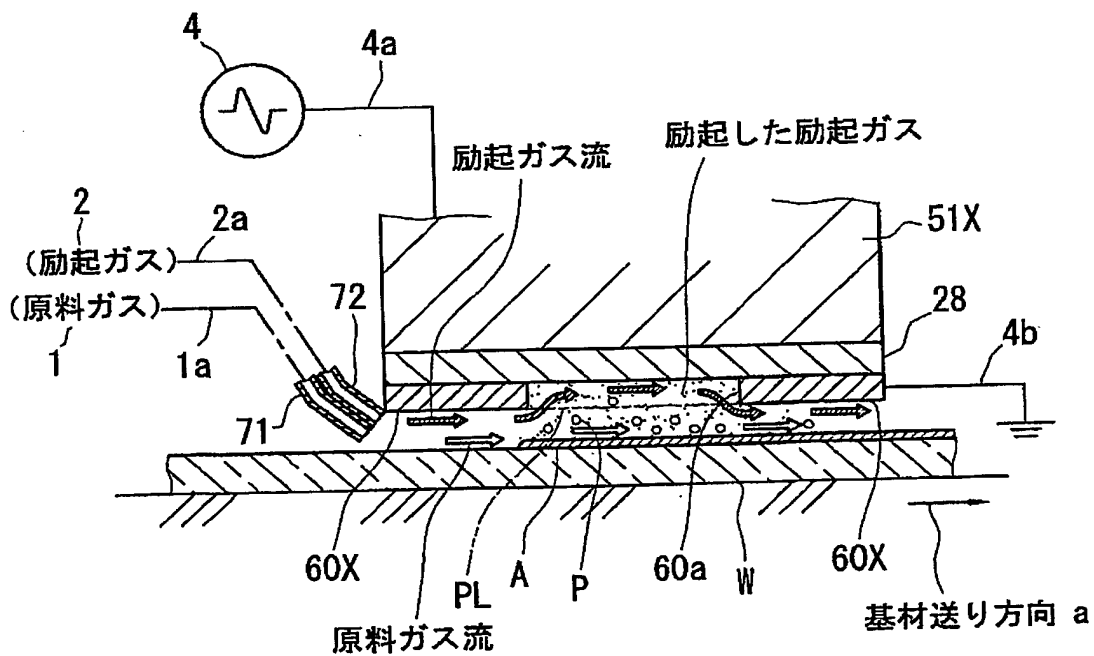
【図 10】



【図 1 1】



【図 1 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 基材の損傷を防止しながら確実に成膜でき、電極への膜の付着をも防止できるプラズマ成膜装置を提供する。

【解決手段】 電界印加電極 51 より基材の側に接地電極 60 を配置する。電界印加電極 51 は、隙間 50 m（第 1 流路形成手段）を介して 2 つ並べる。接地電極 60 には、隙間 50 m の延長上に吹出し口 25 m を形成する。隙間 50 m には、原料ガスを吹出し口 25 m へ向かうように流し、電極 51, 60 どうしの間（プラズマ空間及び第 2 流路形成手段）には、励起ガスを吹出し口 25 m へ向かうように通す。これにより、励起ガスが、プラズマ空間通過後に原料ガスと接触し、しかも接地電極 60 の吹出し口 25 m 周縁及び基材側面と原料ガスとの間に介在するように流れる。

【選択図】 図 3

特願 2 0 0 2 - 2 9 4 1 2 6

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 1 7 4]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市北区西天満 2 丁目 4 番 4 号

氏 名

積水化学工業株式会社